

**This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

**Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.**

**Defects in the images may include (but are not limited to):**

- **BLACK BORDERS**
- **TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- **FADED TEXT**
- **ILLEGIBLE TEXT**
- **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- **COLORED PHOTOS**
- **BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS**
- **GRAY SCALE DOCUMENTS**

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Off nlegungsschrift  
⑩ DE 195 31 299 A 1

⑤① Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**C 07 D 239/30**  
// C07D 239/54

⑳ Aktenzeichen: 195 31 299.6  
㉔ Anmeldetag: 25. 8. 95  
㉚ Offenlegungstag: 27. 2. 97

DE 195 31 299 A 1

㉚ Anmelder:  
Bayer AG, 51373 Leverkusen, DE

㉚ Erfinder:  
Cramm, Günther, Dr., 51381 Leverkusen, DE; Käss,  
Volker, Dr., 51375 Leverkusen, DE; Steffan, Guido,  
Dr., 51519 Odenthal, DE

㉚ V rfahren zur Herstellung von 4,6-Dichlorpyrimidinen

㉚ 4,6-Dichlorpyrimidine werden durch Umsetzung von 4,6-Dihydroxypyrimidinen mit überschüssigem Phosphoroxychlorid in besonders vorteilhafter Weise erhalten, wenn man keine Base zufügt, während und/oder nach der Umsetzung pro Äquivalent ausgetauschte Hydroxygruppen 0,75 bis 1,5 Mol Phosphortrichlorid und 0,7 bis 1,3 Mol Chlor so zufügt, daß stets ein Überschuß von Phosphortrichlorid gegenüber Chlor vorliegt und abschließend Phosphortrichlorid und Phosphoroxychlorid abtrennt. Dieses Verfahren ist auf besonders einfache Weise und auch kontinuierlich durchführbar.

DE 195 31 299 A 1

Di vorliegend Erfindung betrifft ein verbessertes Verfahren zur Herstellung von 4,6-Dichlorpyrimidinen aus 4,6-Dihydroxypyrimidinen.

4,6-Dichlorpyrimidine sind Zwischenprodukte z. B. zur Herstellung von Pflanzenschutzmitteln und Farbstoffen.

Bei bekannten Verfahren zur Herstellung von 4,6-Dichlorpyrimidinen werden 4,6-Dihydroxypyrimidine mit Phosphoroxychlorid und einer Base wie Dimethylanilin oder Pyridin versetzt (s. J. Chem. Soc. 1943, 574; J. Chem. Soc. 1951, 2214; Bull. Soc. Chim. France 1959, 741 und Khim.-Pharm. Zhurnal 8 (12), 28 (1974) — engl. Übersetzung S. 741).

Zur Aufarbeitung wird dabei zunächst überschüssiges Phosphoroxychlorid abgezogen und dann der Rückstand entweder auf Eis ausgetragen und das Produkt durch Extraktion und Kristallisation gewonnen oder einer Sublimation unterworfen, bei der das Produkt als Sublimat erhalten wird. Nachteilig bei diesem Verfahren ist, daß die Basen in großen Mengen eingesetzt werden, sie aber nur mit erheblichem Aufwand zurückgewonnen und wiederverwendet werden können. Schließlich ist eine wäßrige Aufarbeitung sehr aufwendig wegen der Entsorgung der gebildeten Abwässer und der Handhabung von Extraktionsmitteln. Eine Aufarbeitung durch Sublimation ist in technischem Maßstab ebenfalls sehr aufwendig, z. B. im Hinblick auf die einzusetzenden Apparate und die arbeitshygienischen Erfordernisse, um das Produkt aus dem Sublimator zu entfernen.

Eigene Versuche, die bekannten Verfahren durch den Einsatz geringerer Mengen an Basen vorteilhafter zu gestalten scheiterten, weil dann die Ausbeute von 4,6-Dichlorpyrimidinen stark zurückgeht und die Bildung von Hochsiedern und Harzen stark zunimmt (siehe Beispiel 5).

Es wurde nun ein Verfahren zur Herstellung von 4,6-Dichlorpyrimidinen durch Umsetzung von 4,6-Dihydroxypyrimidinen mit überschüssigem Phosphoroxychlorid gefunden, das dadurch gekennzeichnet ist, daß man keine Base zufügt, nach der Umsetzung pro Äquivalent ausgetauschte Hydroxygruppen in Gegenwart von Phosphortrichlorid 0,7 bis 1,3 Mole Chlor so zufügt, daß stets ein Überschuß von Phosphortrichlorid gegenüber Chlor vorliegt und abschließend Phosphortrichlorid und Phosphoroxychlorid abtrennt.

In das erfindungsgemäße Verfahren kann man z. B. 4,6-Dihydroxypyrimidin oder in 2- und/oder 5-Stellung mit z. B.  $C_1-C_{10}$ -Alkyl- und/oder  $C_6-C_{10}$ -Arylgruppen substituierte 4,6-Dihydroxypyrimidine einsetzen. Die Alkyl- und Arylgruppen können ihrerseits gegebenenfalls z. B. Halogen-, Nitro- und/oder  $C_1-C_6$ -Alkoxy als Substituenten enthalten. Unabhängig von einer Substitution in 2-Stellung können auch 5-halogen-, z. B. 5-chlorsubstituierte 4,6-Dihydroxypyrimidine zum Einsatz gelangen. Vorzugsweise setzt man 4,6-Dihydroxypyrimidin ein. Wenn im folgenden auf 4,6-Dihydroxypyrimidin oder 4,6-Dihydroxypyrimidine Bezug genommen wird sind die substituierten Typen als mit umfaßt anzusehen.

Pro Mol eingesetztes 4,6-Dihydroxypyrimidin kann man z. B. 2,5 bis 12 Mol Phosphoroxychlorid einsetzen. Vorzugsweise beträgt diese Menge 3,5 bis 5 Mol.

Für die Umsetzung von 4,6-Dihydroxypyrimidinen mit Phosphoroxychlorid sind beispielsweise Temperaturen im Bereich 60 bis 110°C geeignet. Bevorzugt sind

Temperaturen von 80 bis 100°C. Man kann dabei z. B. so verfahren, daß man Phosphoroxychlorid vorlegt und das 4,6-Dihydroxypyrimidin zudosiert. Auch andere Arbeitsweisen sind möglich.

Vorzugsweise nachdem sich das eingesetzte 4,6-Dihydroxypyrimidin im Phosphoroxychlorid gelöst hat, setzt man dem Reaktionsgemisch Phosphortrichlorid und die oben angegebene Menge Chlor so zu, daß stets ein Überschuß von Phosphortrichlorid gegenüber Chlor im Reaktionsgemisch vorliegt. Der Überschuß wird vorteilhafterweise so bemessen, daß im Reaktionsgemisch stets 0,3 bis 5 Gew.-%, vorzugsweise 1 bis 3 Gew.-% freies Phosphortrichlorid vorliegen. Man kann dabei so verfahren, daß man Phosphortrichlorid und Chlor gleichmäßig und mit einer kurzen Vorgabe von Phosphortrichlorid zudosiert.

Pro Äquivalent ausgetauschte Hydroxygruppen kann man z. B. 0,75 bis 1,5 Mole Phosphortrichlorid, unter Beachtung des steten Vorliegens eines Überschusses davon im Hinblick auf Chlor, einsetzen.

Die Zugabe von Phosphortrichlorid und Chlor kann z. B. bei 60 bis 110°C erfolgen. Bevorzugt sind Temperaturen von 80 bis 100°C. Nach beendeter Zugabe von Phosphortrichlorid und Chlor kann es, insbesondere bei diskontinuierlicher Fahrweise vorteilhaft sein, bei 60 bis 110°C noch einige Zeit nachzurühren, z. B. 10 Minuten bis 3 Stunden.

Nach Abschluß der Umsetzung mit Phosphortrichlorid und Chlor kann das Reaktionsgemisch z. B. destillativ aufgearbeitet werden.

Vorteilhaft — wegen der Verdünnungswirkung des im Ansatz vorhandenen Phosphoroxychlorids — kann auch nur ein Teil des Reaktionsgemisches zur Aufarbeitung abgezweigt werden und der Rest, gegebenenfalls nach Zugabe von Phosphoroxychlorid, so daß dessen Anteil im Reaktionsgemisch einen vorgewählten Wert nicht unterschreitet, mit frischem 4,6-Dihydroxypyrimidin versetzt und nach Abreaktion des letzteren dann wieder mit der entsprechenden Menge Phosphortrichlorid und Chlor umgesetzt werden. Diese Verfahrensweise kann beliebig oft wiederholt werden.

Die Zugabe von Phosphortrichlorid kann auch vor oder gleichzeitig mit der Zugabe des 4,6-Dihydroxypyrimidins erfolgen. So kann es für die praktische Durchführung von Vorteil sein, das 4,6-Dihydroxypyrimidin als Suspension in Phosphortrichlorid zuzusetzen. In diesem Fall kann auf die Zugabe von Phosphortrichlorid vor der Chlorzugabe verzichtet werden.

Es hat sich als besonders günstig erwiesen, diese Reaktionsfolge und die anschließende destillative Trennung kontinuierlich durchzuführen.

Die Abtrennung von Phosphortrichlorid und Phosphoroxychlorid kann, je nachdem ob man das erfindungsgemäße Verfahren diskontinuierlich, diskontinuierlich in Schüben oder kontinuierlich durchführt auf unterschiedliche Weise erfolgen.

Bei diskontinuierlicher Fahrweise kann man z. B. das gesamte Reaktionsgemisch einer Destillation, vorzugsweise bei vermindertem Druck, unterwerfen und nacheinander Phosphortrichlorid und Phosphoroxychlorid abtrennen.

Bei diskontinuierlicher Fahrweise in Schüben kann man z. B. so vorgehen, daß man in ein ausr. agiertes Reaktionsgemisch zunächst erneut 4,6-Dihydroxypyrimidin und danach Phosphortrichlorid und Chlor auf die oben beschriebene Weise, in den oben beschriebenen Mengen und bei den oben beschriebenen Temperaturen zusetzt und reagieren läßt. Diese erneute Zugabe kann,

je nach der Größe des verwendeten Reaktionsgefäßes, mehrmals wiederholt werden, beispielsweise bis zu 20 Mal. Man kann dem dann vorliegenden Reaktionsgemisch einen Teil entnehmen, vorzugsweise mit einer Bandbreite von  $\pm 20$  Gew.-% soviel, wie der Gewichtszunahme seit der ersten Zugabe von 4,6-Dihydroxypyrimidin entspricht. Dem Rückstand kann man dann wieder Phosphoroxychlorid, danach 4,6-Dihydroxypyrimidin und danach Phosphortrichlorid und Chlor wie oben beschrieben zusetzen und nach Abklingen der Reaktion wieder einen Teil des Reaktionsgemisches entnehmen, vorzugsweise mit einer Bandbreite von  $\pm 20$  Gew.-% soviel, wie der Gewichtszunahme seit der Zugabe von 4,6-Dihydroxypyrimidin entspricht. Diesen Zyklus kann man beliebig oft wiederholen, z. B. bis zu 50mal.

Die bei dieser Fahrweise abgetrennten Anteile des Reaktionsgemisches kann man z. B. einer Destillation, vorzugsweise unter vermindertem Druck, unterwerfen und nacheinander Phosphortrichlorid und Phosphoroxychlorid abtrennen. Diese beiden Produkte können in das Verfahren recycelt werden. Überschüssiges Phosphoroxychlorid kann auf beliebige Weise weiterverwendet werden. Dies gilt auch für bei anderen Arbeitsweisen abgetrenntes Phosphortrichlorid und Phosphoroxychlorid.

Bei kontinuierlicher Fahrweise kann man z. B. das ausreagierte Reaktionsgemisch eines diskontinuierlichen Ansatzes einem Reaktionsgefäß zuführen, das eine Reaktionsführung mit minimaler oder keiner Rückvermischung gestattet, z. B. einem Mehrkammerreaktor, und dort kontinuierlich 4,6-Dihydroxypyrimidin, z. B. suspendiert in Phosphortrichlorid, und Phosphoroxichlorid unter Einhaltung der oben beschriebenen Bedingungen zusetzen. Der Reaktor, im Falle eines Mehrkammerreaktors z. B. einer mit 4 bis 12 Kammern, wird auf Reaktionstemperatur gehalten und Chlor in der oben beschriebenen Weise und in den oben beschriebenen Mengen räumlich entfernt von den anderen Zugabestellen eingespeist. Das den Reaktor verlassende Gemisch kann in einem Puffertank aufgefangen werden, von wo aus der Hauptteil zurück in die Reaktion und der Rest in eine destillative Aufarbeitung geführt werden kann. Die destillative Aufarbeitung kann bei vermindertem Druck durchgeführt werden und beispielsweise dreiteilig angelegt sein, wobei man in einer ersten Destillationsvorrichtung, z. B. einer Kolonne, überschüssiges Phosphortrichlorid, in einer zweiten Destillationsvorrichtung, z. B. einer Kolonne, Phosphoroxychlorid und in einer dritten Destillationsvorrichtung, z. B. einem Dünnschichtverdampfer, das hergestellte 4,6-Dichlorpyrimidin abtrennt.

Bei der diskontinuierlichen und der diskontinuierlichen Arbeitsweise in Schüben kann man aus den nach der Abtrennung von Phosphortrichlorid und Phosphoroxychlorid verbleibenden Rückständen die hergestellten 4,6-Dichlorpyrimidine durch Destillation, vorzugsweise unter vermindertem Druck, gewinnen.

Es ist vorteilhaft, bei der destillativen Abtrennung der hergestellten 4,6-Dichlorpyrimidine eine Schiebeflüssigkeit und/oder ein Fließmittel für den Destillationsrückstand einzusetzen. Geeignet sind hierfür beispielsweise hochsiedende, thermisch stabile Substanzen, z. B. Polywachse, etwa auf der Basis von Oligo- oder Polyethylen glykolen, Ditolyether, Polychlorbenzole und -toluole und Phthalsäuredialkylester.

Das erfindungsgemäße Verfahren gestattet die Herstellung von 4,6-Dichlorpyrimidinen in Ausbeuten von über 80%, häufig über 85% der Theorie. Dies ist beson-

ders überraschend, da keine Base eingesetzt wird, was bisher für unabdingbar galt. Dadurch entfällt die Handhabung der Base und deren Abtrennung aus dem Reaktionsgemisch, was die Durchführung der Reaktion ganz wesentlich vereinfacht und auch eine kontinuierliche Arbeitsweise möglich macht.

Man kann das erfindungsgemäße Verfahren auch so betreiben, daß man 4,6-Dichlorpyrimidine in Ausbeuten von über 95% der Theorie erhält. Man kann dies bei kontinuierlicher Arbeitsweise z. B. erreichen, indem man die kontinuierlich zugefügte Menge an 4,6-Dihydroxypyrimidinen reduziert und/oder den Anteil von Phosphoroxychlorid im Reaktionsgemisch erhöht und/oder die rückgeführte oder umlaufende Menge an ausreagiertem Reaktionsgemisch erhöht. Derartige Steigerungen der chemischen Ausbeute gehen allerdings zu Lasten der Raum-Zeit-Ausbeute.

## Beispiele

### Beispiel 1

#### a) Startphase

Zu 2500 g Phosphoroxychlorid wurden bei 85 bis 90°C 28 g 4,6-Dihydroxypyrimidin (im folgenden DHP bezeichnet) eingetragen. Nachdem dieses im Verlauf von 25 Minuten vollständig in Lösung gegangen war wurden 75 g Phosphortrichlorid zugesetzt und anschließend innerhalb von 15 Minuten 35 g Chlorgas zwischen 85 und 90°C eingeleitet. Nach beendeter Gasentwicklung wurden erneut 28 g DHP zugesetzt und wiederum, nachdem es in Lösung gegangen war, das Reaktionsgemisch wie zuvor mit 75 g Phosphortrichlorid und 35 g Chlor versetzt. Nach 10 Zyklen wurde dem Reaktionsgemisch soviel entnommen, wie der Gewichtszunahme entsprach (1175 g).

Nach dieser Entnahme wurden dem Reaktionsansatz zunächst 250 g Phosphoroxychlorid zugesetzt, so die ursprüngliche Startmenge von 2500 g Phosphoroxychlorid wieder hergestellt, danach 5 weitere Zyklen durchgeführt und dann 825 g Reaktionsgemisch entnommen.

Dieser Vorgang wurde noch zweimal wiederholt, wobei zunächst 335 g Phosphoroxychlorid zugesetzt und nach 5 Zyklen 910 g Reaktionsgemisch entnommen wurden. Nach Zugabe weiterer 400 g Phosphoroxychlorid — nochmals 5 Zyklen — und Entnahme von 970 g Reaktionsgemisch war die Startphase abgeschlossen.

#### b) Dauerphase

Im folgenden wurden jeweils 425 g Phosphoroxychlorid zugesetzt, jeweils 5 Zyklen durchgeführt und danach konstant 1000 g Reaktionsgemisch entnommen. Das entnommene Reaktionsgemisch wurde destillativ aufgetrennt. Dabei wurde zunächst bei 100 mbar ein geringer Vorlauf von Phosphortrichlorid erhalten, anschließend bei 100 mbar und einer Sumpftemperatur von max. 130°C das Phosphoroxychlorid isoliert und zum Abschluß bei bis zu 20 mbar erniedrigtem Druck und einer Sumpftemperatur von max. 175°C das hergestellte 4,6-Dichlorpyrimidin abgetrennt. Es verblieb ein Destillationsrückstand von 12 Gew.-%, bezogen auf das erhaltene 4,6-Dichlorpyrimidin.

Die destillative Auftrennung der 1000 g Reaktionsgemisch aus der Dauerphase ergab folgende Durchschnittswerte:

20 g Phosphortrichlorid,

800 g Phosphoroxychlorid,  
160 g 4,6-Dichlorpyrimidin und  
20 g Rückstand.

Bezogen auf die insgesamt eingesetzten 140 g DHP  
entspricht das einer Durchschnitts-Ausbeute an 4,6-Di-  
chlorpyrimidin von 85,9% der Theorie.

#### Beispiel 2

Es wurde verfahren wie in Beispiel 1, jedoch wurde  
nach der Durchführung der ersten 10 Zyklen und der  
Entnahme des bis dahin angefallenen Überschusses vor  
jedem weiteren Zyklus 80 g Phosphoroxychlorid zuge-  
setzt und die Zuwachsmenge an Reaktionsgemisch (200  
g) nach jedem Zyklus entnommen und aufgearbeitet.  
Die Ergebnisse waren mit denen des Beispiels 1 ver-  
gleichbar.

#### Beispiel 3

Es wurde verfahren wie in Beispiel 1, jedoch wurden  
die 28 g DHP nicht als Feststoff, sondern suspendiert in  
75 g Phosphortrichlorid dem Ansatz zugesetzt und da-  
für kein Phosphortrichlorid vor der Chloreinspeisung  
zugegeben. Die Ergebnisse waren mit denen des Bei-  
spiels 1 vergleichbar.

#### Beispiel 4

In einem 200 l fassenden Anmaischkessel wurden  
stündlich kontinuierlich 28 kg DHP mit 75 kg Phosphor-  
trichlorid versetzt und die erhaltene Suspension in den  
unteren Bereich eines Mehrkammerreaktors gepumpt,  
dessen Inhalt auf 85 bis 90°C temperiert wurde. Der  
Mehrkammerreaktor bestand aus 8 Kammern und be-  
saß ein Gesamtvolumen von 2 m<sup>3</sup>. Gleichzeitig wurden  
über zwei weitere Einspeisestutzen im unteren Bereich  
des Mehrkammerreaktors stündlich 80 kg Phosphorox-  
ychlorid und 3 160 kg ausreagiertes Reaktionsgemisch  
aus einem Pufferbehälter zudosiert. Über einem Ein-  
speisestutzen im mittleren Bereich des Mehrkammerre-  
aktors wurden kontinuierlich 35 kg Chlor pro Stunde  
gasförmig eingespeist.

Der Überlauf des Mehrkammerreaktors wurde in ei-  
nem Puffertank aufgefangen. Von hier wurde das Reak-  
tionsgemisch zu einem Teil in den Mehrkammerreaktor  
zurückgefahren und der Rest (200 kg pro Stunde) einer  
destillativen Aufarbeitung zugeführt. Dort wurde in ei-  
ner ersten Kolonne überschüssiges Phosphortrichlorid,  
in einer zweiten Kolonne Phosphoroxychlorid und nach  
Zugabe von Polyethylenglykol das hergestellte 4,6-Di-  
chlorpyrimidin in einem Dünnschichter bei 100 mbar  
abgetrennt. Stündlich wurden 167 kg 4,6-Dichlorpyrimi-  
din erhalten, das entspricht einer Ausbeute an 4,6-Di-  
chlorpyrimidin von 89,8% der Theorie.

#### Beispiel 5 (zum Vergleich)

460 g Phosphoroxychlorid und 62 g N,N-Dimethyl-  
anilin wurden gemischt und in das Gemisch bei 100°C  
im Verlauf von 5 Stunden 116 g DHP (98gew.-%ig) mit  
einer Schnecke eindosiert. Danach wurde bei 106 bis  
128°C 8 Stunden nachgerührt. Das Reaktionsgemisch  
wurde mit 300 g Chlorbenzol verdünnt und auf 1,2 kg  
Eis ausgetragen. Die organische Phase wurde abge-  
trennt und zweimal mit je 100 ml Wasser gewaschen  
und anschließend fraktioniert destilliert. So wurden  
85,7 g 4,6-Dichlorpyrimidin (= 58% der Theorie) erhal-

ten.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung von 4,6-Dichlorpyri-  
midinen durch Umsetzung von 4,6-Dihydroxypyri-  
midinen mit überschüssigem Phosphoroxychlorid,  
dadurch gekennzeichnet, daß man keine Base zu-  
fügt, nach der Umsetzung in Gegenwart von  
Phosphortrichlorid pro Äquivalent ausgetauschte  
Hydroxygruppen 0,7 bis 1,3 Mole Chlor so zufügt,  
daß stets ein Überschuß von Phosphortrichlorid  
gegenüber Chlor vorliegt und abschließend  
Phosphortrichlorid und Phosphoroxychlorid ab-  
trennt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekenn-  
zeichnet, daß man 4,6-Dihydroxypyrimidin oder in  
2- und/oder 5-Stellung mit C<sub>1</sub>-C<sub>10</sub>-Alkyl- und/  
oder C<sub>6</sub>-C<sub>10</sub>-Arylgruppen oder in 5-Stellung mit  
Halogen substituierte 4,6-Dihydroxypyrimidine  
einsetzt.
3. Verfahren nach Ansprüchen 1 und 2, dadurch  
gekennzeichnet, daß man pro Mol eingesetztes  
4,6-Dihydroxypyrimidin 2,5 bis 12 Mol Phospho-  
roxychlorid einsetzt.
4. Verfahren nach Ansprüchen 1 bis 3, dadurch ge-  
kennzeichnet, daß man die Umsetzung von 4,6-Di-  
hydroxypyrimidin mit Phosphoroxychlorid und die  
Zugabe von Phosphortrichlorid und Chlor bei  
Temperaturen von 60 bis 110°C durchführt.
5. Verfahren nach Ansprüchen 1 bis 4, dadurch ge-  
kennzeichnet, daß man es diskontinuierlich, diskon-  
tinuierlich in Schüben oder kontinuierlich durch-  
führt.
6. Verfahren nach Ansprüchen 1 bis 5, dadurch ge-  
kennzeichnet, daß im Reaktionsgemisch stets 0,3  
bis 5 Gew.-% freies Phosphortrichlorid vorliegen.
7. Verfahren nach Ansprüchen 1 bis 6, dadurch ge-  
kennzeichnet, daß man das hergestellte 4,6-Di-  
chlorpyrimidin durch Destillation abtrennt.
8. Verfahren nach Ansprüchen 1 bis 7, dadurch ge-  
kennzeichnet, daß man das hergestellte 4,6-Di-  
chlorpyrimidin durch Destillation unter Einsatz ei-  
ner Schiebeflüssigkeit und/oder eines Fließmittels  
für den Destillationsrückstand durchführt.